

МОДЕЛЬ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ СТАРШОЇ ШКОЛИ

Ірина САЛЬНИК, Едуард СІРИК

Процес навчання в новому віртуально орієнтованому середовищі з фізики та широке запровадження електронних засобів в системі навчального фізичного експерименту вимагає створення адекватних методичних систем та засобів навчання, що забезпечують можливість реалізації синергетичного підходу до процесу навчання. Особливого значення набуває означена проблема в старшій профільній школі. В статті розглянуті теоретичні основи створення та запровадження нової моделі навчального фізичного експерименту, що враховує сучасні тенденції його розвитку.

The process of learning in the new virtual oriented environment of physics and wide implementation of electronic means in the system of learning physics experiment requires the creation of adequate methodological systems and learning tools, which provide the possibility of realization of synergetic approach to learning process. Definite problem acquires particular importance in the senior profile school. The article deals with the theoretical basis of creation and implementation of a new model of learning physics experiment that takes into account current trends of its development.

Створення системи випереджальної освіти, яка декларується державними нормативними документами, потребує переосмислення цілей і завдань освіти, оновлення її змісту й структури, вдосконалення методів, засобів і форм на усіх етапах навчання

фізики, в тому числі й у системі навчального фізичного експерименту. Останнє обумовлює розробку нових моделей та методичних систем, що відповідають новим освітнім стандартам та сучасній парадигмі освіти на основі особистісно орієнтованого, діяльнісного, компетентнісного та синергетичного підходів, запровадження сучасних освітніх інновацій та нових інформаційних технологій навчання з метою забезпечення можливостей самовдосконалення особистості та становлення нації.

Навчальний експеримент завжди був і є основою вивчення фізики у школі. Фізичний експеримент допомагає учням засвоювати знання, розуміти фізичні явища та методи їх дослідження, виробляє в учнів практичні вміння і навички. Значення фізичного експерименту важко переоцінити: під час виконання учнями лабораторних робіт та фізичного практикуму у них формується певна культура розумової та фізичної праці, виробляються експериментальні вміння, які включають в себе вміння як інтелектуального характеру (вміння визначити мету експерименту, висунути гіпотезу, добрати прилади, спланувати експеримент, проаналізувати результат), так й розумового (вміння зібрати експериментальну установку, спостерігати явища, проводити вимірювання, змінювати умови експерименту, експериментувати).

Дослідженню, розробці та запровадженню в навчальний процес загальноосвітніх навчальних закладів експерименту завжди приділялася велика увага. Підґрунтям розвитку системи ШФЕ є наукові здобутки вчених методистів – фізиків, що працювали в різні роки. У накопиченому досвіді є чимало цікавих та оригінальних рішень щодо методики та техніки навчального фізичного експерименту, які не втратили своєї цінності й у сучасних умовах.

Початок ХХІ століття характерний тим, що навчальний фізичний експеримент зазнає значних змін завдяки впровадженню новітніх досягнень фізики й техніки в навчання: заміна електровакуумних приладів на напівпровідникові, переведення вимірювальних пристроїв на цифрову індикацію, використання лазерів та інших сучасних джерел світла, уніфікація лабораторних та демонстраційних приладів, використання комп'ютерної техніки в експериментальних установках і т.д.

Ці тенденції знайшли відображення в роботах багатьох дослідників: Л.І.Анциферова, В.Ю.Бикова, С.П.Величка, В.П.Вовкотруба, С.М.Гайдука, Г.Гайдучка, А.Гуржія, І.І.Засядька, А.В.Касперського, С.О.Кононенко, Л.Д.Костенко, О.С.Мартинюка, Е.П.Сірика, Н.Л.Сосницької, Н.В.Федішової, М.Г.Цілінко, Р.-М.І.Швай, М.І.Шута та інших.

Як показав наш попередній аналіз, дослідження навчального фізичного експерименту проводяться науковцями в різних напрямках: розглядаються ті чи інші функції експерименту, різні варіанти його виконання, запровадження інноваційних методів та інформаційних технологій в шкільному фізичному експерименті і т.д. В той же час ми відзначаємо відсутність досить повного аналізу сучасного поняття «навчальний фізичний експеримент» та обґрунтованої моделі системи сучасного фізичного експерименту, яка об'єднує діяльність вчителя та учнів у новому *віртуально-орієнтованому середовищі*, відповідає тенденціям його розвитку, новим підходам до його побудови та функцій, *ґрунтується на взаємопов'язаному використанні віртуального та реального*.

Особливо актуальною дана проблема є для старшої профільної школи, де навчальний фізичний експеримент набуває певної специфіки, оскільки вивчення фізики відбувається відповідно до програм профільного навчання. Саме в старшій школі вагомого значення набуває самостійна експериментальна діяльність учнів з фізики, яка дозволяє розвивати особистісний потенціал школярів, їх нестандартне мислення, творчі здібності, що необхідно врахувати в побудові нової моделі системи експерименту.

Аналіз сучасних тенденцій розвитку навчального фізичного експерименту дозволив нам розширити характеристики сучасної системи шкільного фізичного експерименту наступними її ознаками:

1. Широке запровадження інформаційно-комунікаційних технологій у навчально-виховний процес з фізики викликає зміни в системі навчального експерименту, що пов'язані із запровадженням систем віртуальної реальності. Комп'ютерне імітаційне моделювання можна виділити як перспективний напрямок розвитку комп'ютерного навчання фізики та предметів природничо-математичного циклу, яке є ефективним для створення програмних засобів і комп'ютерних технологій нового покоління.

2. Належне використання комп'ютерних технологій у системі навчального фізичного експерименту, як невід'ємної складової педагогічної системи «процес навчання фізики», вельми корисне і відкриває абсолютно нові можливості. За цих умов, використання реальних дослідів і комп'ютерного імітаційного експерименту є взаємодоповнюючими способами вивчення фізичного (реального) навколишнього світу, його законів і закономірностей розвитку як у методичному, так і в методологічному аспекті.

3. Основною тенденцією сучасного етапу розвитку шкільного фізичного експерименту залишається створення та запровадження в навчання фізики комплектів навчального обладнання з відповідних тем курсу фізики [2]. Запровадження в навчальному процесі інформаційних технологій ставить вимоги внесення до складу комплектів відповідних елементів: комп'ютерних вимірювальних блоків, різноманітних датчиків (напруги, струму, температури, оптоелектронних, деформацій, руху, тиску та ін.), програмного забезпечення виконання лабораторних робіт тощо.

Врахування означених тенденцій та особливостей навчання в умовах нового віртуально-орієнтованого середовища з фізики, широке запровадження електронних засобів в навчальному процесі взагалі та в системі навчального фізичного експерименту, зокрема, вимагає створення адекватних методичних систем, що забезпечують можливість реалізації синергетичного підходу в процесі навчання фізики.

Враховуючи зазначені аспекти, проведений аналіз сучасного стану системи навчального фізичного експерименту старшої школи як складного особистісно-спрямованого утворення, що ґрунтується на взаємозв'язку віртуального та реального і забезпечує реалізацію цілей навчання фізики та особистісних траєкторій навчання учнів дозволив нам запропонувати нову функціональну модель такої системи, загальний вигляд якої подано на рис. 1.

Створена модель є поліструктурною, відкритою та динамічною. Умовно модель системи НФЕ містить чотири блоки, що відповідають основним компонентам методичної системи: цільовий, змістовий, процесуальний та результативно-діагностичний.

Цільовий блок є системотвірним, оскільки визначає функції усіх інших (мета навчання фізики реалізується через цільовий блок, саме він моделює зміст системи та її спрямування). Мета формулюється відповідно до запитів суспільства і визначається стандартами, концепцією освіти та відповідними програмами навчання фізики.

Реалізація мети передбачає усвідомлення суб'єктами навчально-виховного процесу загальних цілей і завдань вивчення фізики та опанування навичками в проведенні навчального фізичного експерименту відповідно до вимог державного стандарту та концепції профільного навчання фізики. Так, цілеспрямування глобальної мети навчання фізики в старшій школі (а значить і системи навчального фізичного експерименту) ґрунтується на ідеях особистісно орієнтованої освіти, формування оригінального самостійного стилю мислення з метою подальшого розвитку творчого потенціалу особистості й урахування пізнавальних інтересів і намірів старшокласників щодо обрання подальшого життєвого шляху. Будь-які зміни в соціальному замовленні приводять до внесення змін до цільового блоку, а отже до змін у системі навчального фізичного експерименту.

Основа моделі – змістовий блок, який містить три компоненти: освітньо-змістову, ціннісно-орієнтаційну, діяльнісно-практичну.

Освітньо-змістова компонента – це відповідний матеріал навчального плану та програми, що є обов'язковим для оволодіння кожним учнем та перелік обов'язкового до виконання навчального експерименту з фізики, відповідних вмінь і навичок, якими повинен оволодіти учень.

Зміст фізичної освіти повинен конструюватися відповідно до вимог системного підходу. Структура навчального курсу має відповідати етапам і структурі наукового пізнання; відповідати системним властивостям і змістовій структурі фізичних теорій; відповідати психічним властивостям побудови навчального матеріалу; відображати діяльнісну природу наукового знання [4].

Усі фізичні знання, вміння та навички представляють собою певну систему, яка сформована у відповідності до цілей навчання. Згідно програм профільного навчання шкільний курс фізики вивчається відповідно до обраного профілю навчання: на рівні стандарту, академічному або профільному.

На рівні стандарту курс фізики обмежується обов'язковими результатами навчання, тобто мінімально необхідною сумою знань, які мають головним чином світоглядне спрямування; на академічному рівні закладаються базові знання з фізики, достатні для продовження навчання за напрямками, де потрібна відповідна підготовка з фізики; на рівні профільного навчання в учнів формуються фундаментальні знання з фізики, оскільки з їх удосконаленням учні здебільшого пов'язують своє майбуття в професійному зростанні. Відповідно до рівнів навчання змінюється не лише кількість дослідів, а й зміст навчального експерименту та ті вимоги, які ставляться до нього дидактикою.

Навчальний фізичний експеримент як органічна складова методичної системи навчання фізики забезпечує формування в учнів необхідних практичних умінь, дослідницьких навичок та особистісного досвіду експериментальної діяльності, завдяки яким вони стають спроможними у межах набутих знань розв'язувати пізнавальні завдання засобами фізичного експерименту [5].

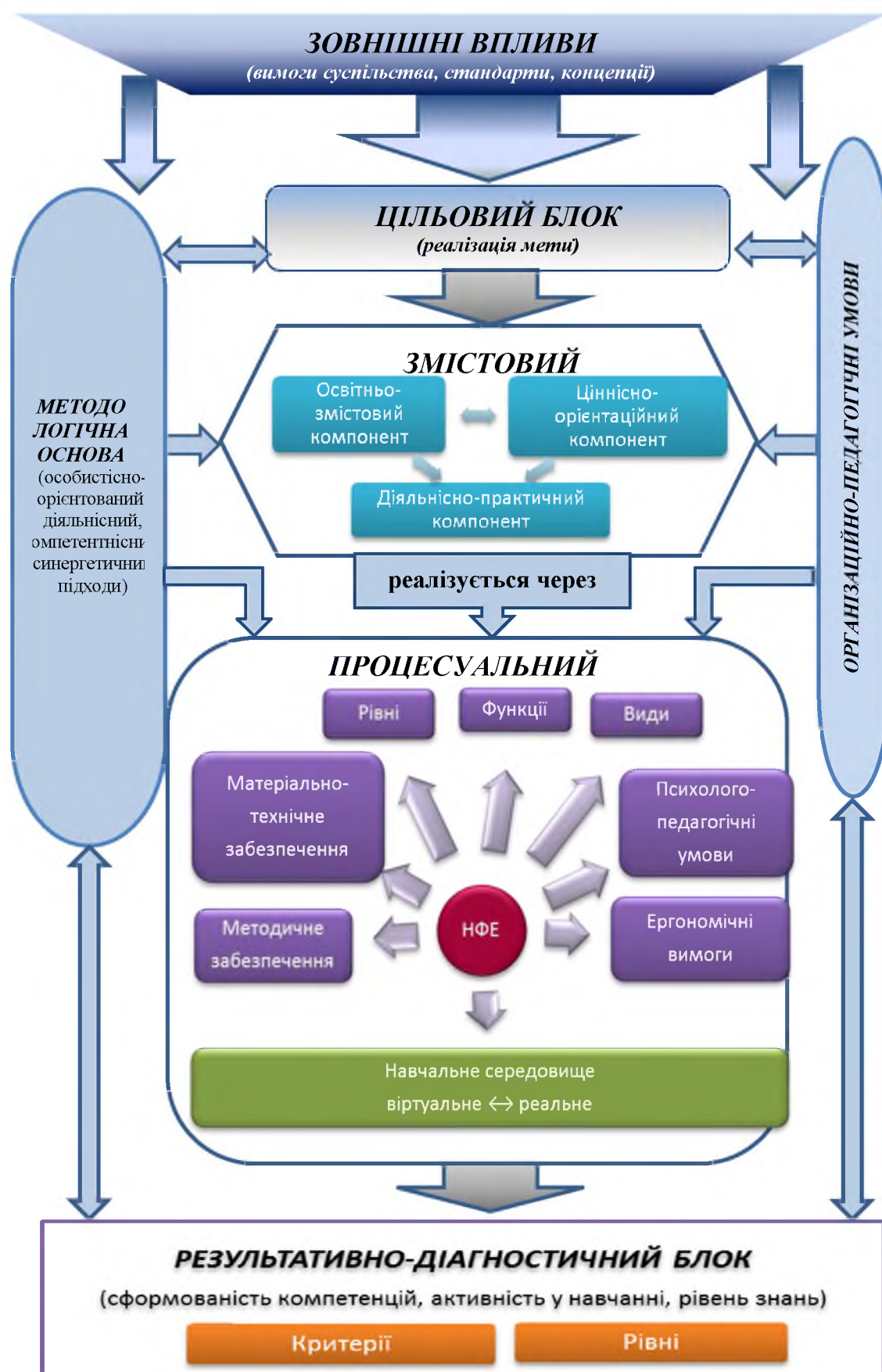


Рис.1. Функціональна модель системи навального фізичного експерименту старшої школи

Кількісне співвідношення між різними видами навчального фізичного експерименту та його кількістю в контексті оптимального забезпечення вивчення навчального матеріалу не можна визначити нормативно, оскільки на їхній вибір впливає багато чинників. Це й відповідність обраного рівня самостійності учнів меті уроку, і підготовленість їх до сприймання навчального матеріалу на відповідному рівні, і сам зміст досліду, й уміння вчителя забезпечити на уроці належний рівень пізнавальної активності учнів. У виборі конкретного його виду вчитель мусить керуватися тими міркуваннями, що кожна демонстрація, кожне спостереження або лабораторна робота, кожний дослід повинен, з одного боку, забезпечити виконання програмних вимог до експериментальної підготовки учнів на певному освітньому рівні, з іншого — розвивати в учнів готовність сприймати навчальний матеріал на оптимальному для них за пізнавальними можливостями рівні активності [5].

Ціннісно-орієнтаційний компонент передбачає врахування в змісті ціннісних орієнтацій кожного суб'єкта навчання, тобто спрямованості на майбутнє мети навчання, механізмів індивідуальної взаємодії.

Ми підтримуємо думку висловлену Дж.Брунером, що "... навчальна програма має вибудовуватись з орієнтацією на ті проблеми, цінності і факти, знання яких дане суспільство вважає необхідним для кожного свого члена" [1, с.375].

Ціннісні орієнтації, як відомо, є найважливішими елементами внутрішньої структури особистості. Розвиненість ціннісних орієнтацій засвідчує зрілість особистості. Основний зміст ціннісної орієнтації особистості – це її світоглядні переконання, принципи поведінки. Саме ціннісні орієнтації підштовхують особистість до активності, корегують її діяльність, впливають на особисті інтереси та нахили. На прийняття рішення, яке спонукає до дії, безпосередньо впливає те, як оцінює людина навколишній світ, своє місце в ньому. Ця компонента є основою вибору майбутньої професії учня, яка пов'язана з відповідним профілем навчання.

Ціннісно-орієнтаційний компонент забезпечує реалізацію не лише особистісно-орієнтованого, а й аксіологічного та синергетичного підходів у системі навчального фізичного експерименту.

Наукове знання має діяльнісну природу, що й обумовлює наявність в змістовому блоці такої компоненти як діяльно-практична. Саме в діяльності формується особистість, її інтелект, стиль мислення, розвиваються творчі здібності. Вміння проектувати свою діяльність є важливою складовою ключової компетентності особистості.

Найважливішим завданням навчальної пізнавальної діяльності є оволодіння учнем видами та способами розумових дій, які в подальшому можуть знайти своє відображення в системі практичних та теоретичних знань з фізики. Згідно з діяльнісною теорією, засвоєння знання є похідними від пізнавальних дій і засвоєння цих дій [3]. Пізнавальні дії, що здійснюються відповідно до поставленої та осмисленої мети, і передбачають здійснення процесу розв'язання різноманітних пізнавальних завдань, є важливим компонентом процесу навчання фізики.

Навчальне пізнання являє собою діяльність, що складається з операцій і дій, які ведуть до досягнення цілей стандарту освіти. [4, с.155]

У процесі навчання предметні дії тісно взаємопов'язані з процесами мислення. Учіння визиває активну діяльність сприйняття, спостереження, творчої уяви, які входять до операційного складу дій та сприяють успішному протіканню процесу навчання.

Діяльнісно-практичний компонент змістового блоку передбачає реалізацію в системі навчального фізичного експерименту, перш за все, діяльнісного підходу.

Реалізація даного підходу в системі ШФЕ була запропонована С.П.Величком і передбачала посилення ролі учня, який “по-перше, з одного боку виступає як об’єкт, а з іншого – як суб’єкт цього процесу, а, по-друге, активність і відношення якого, а також мотиви суттєво впливають на процес навчання взагалі, включаючи реалізацію його через фізичні досліди, як невідомої складової цього процесу” [2, с.76].

Погоджуючись із визначеними науковцем чинниками, вважаємо за потрібне відзначити, що в сучасних умовах діяльнісний підхід набуває певних трансформацій, що відображаються у зміні вимог до результатів навчання. Перш за все, основною метою навчання стає не оволодіння конкретними знаннями, вміннями та навичками, а формування компетентностей учнів (ключових, предметних).

По-друге, змінюється й сама діяльність суб’єктів навчального процесу, оскільки вона відбувається в новому особливому віртуально-орієнтованому середовищі, яке значно впливає як на види навчальної діяльності, так і на функції цієї діяльності. Застосування інформаційних і телекомунікаційних технологій якісно змінює роль вчителя в управлінні навчальним процесом та розподіл функцій в цьому процесі між вчителем та учнем: учень стає більш активним та має можливість самостійно обирати траєкторію навчання.

Отже, практично-діялісна компонента системи навчального фізичного експерименту набуває змін у відповідності до вимог не лише діялісного, а й компетентнісного та синергетичного підходів.

Досягнення цілей навчання забезпечується єдністю змістової та процесуальної сторін навчання, оптимальним вибором відповідних форм і засобів навчання, що дозволяє підтримувати високий рівень пізнавальної активності учнів, сприяючи глибині й міцності усвідомлення ними нових знань.

Основним компонентом процесуального блоку, через який реалізується зміст навчання фізики, нами обраний навчальний фізичний експеримент, що здійснюється в особливому навчальному середовищі, яке передбачає взаємозв'язок віртуального та реального, враховує психолого-педагогічні та ергономічні вимоги до системи фізичного експерименту старшої школи [6-9], виконує відповідні функції. Складова процесуальної компоненти «функції» містить усі функції навчального фізичного експерименту, що визначені Л.І.Анциферовим, доповнені С.П.Величком (стимулююча) [2] та розширена нами такими – інтерактивності, індивідуалізації, адаптивна, мобільності, технологічності.

Реалізується навчальний фізичний експеримент через відповідні його види. Загальновизнані види навчального експерименту у зв'язку із необхідністю наскрізного та цілісно-системного застосування інформаційно-комунікаційних технологій та систем віртуальної реальності доповнені нами такими видами, як імітаційний комп'ютерний експеримент, реально-віртуальний експеримент.

Нова модель системи навчального експерименту передбачає врахування рівності та варіативності відповідно до реалізації вимог синергетичного підходу. Рівність

навчального експерименту передбачається навчальною програмою з фізики для старшої школи, коли відповідно до профілю навчання фізичний експеримент виконується не лише в різній кількості, а й з різним змістом та ступенем складності завдань дослідження. Синергетичний підхід у розвитку системи навчального експерименту полягає у: створенні та запровадженні нового обладнання (приладів та їх комплектів у поєднанні із засобами ІКТ), що передбачає можливість самоорганізації суб'єктів навчальної діяльності під час виконання різних видів навчального фізичного експерименту, вибору способу та складності проведення дослідження; розробці методики і техніки навчальних дослідів, що виконуються на основі цілеспрямованої, самоорганізуючої пізнавальної діяльності учнів, що передбачає можливість вибору власної траєкторії навчання. Отже, зміст та матеріально-технічне забезпечення експерименту передбачають варіативність його проведення.

Важливою складовою процесуального компоненту «навчальний фізичний експеримент» є матеріально-технічне та методичне забезпечення, що, в першу чергу, вимагає використання в системі експерименту комплектів обладнання на основі взаємопов'язаного використання віртуального та реального. Такі тематичні комплекти обладнання включають в себе сучасне обладнання для проведення реального фізичного експерименту у поєднанні з електронними засобами навчального призначення та входять до складу навчально-методичних комплексів вивчення питань курсу фізики і використовуються як для демонстраційного, так і для лабораторного експерименту, що дозволяє створити матеріально-технічні умови для реалізації сучасних педагогічних технологій та передових методик.

Методичний аспект системи навчального фізичного експерименту в старшій школі визначається через: складання цільової навчальної програми для реалізації поставленої мети; розробку навчального експерименту; проектування індивідуальних навчально-дослідних, наукових робіт учнів з фізики для вироблення самостійного і оригінального стилю мислення; підготовку методичних матеріалів для реалізації в навчально-виховному процесі системи навчального експерименту.

Ефективність системи НФЕ перевіряється через досягнення прогнозованих освітніх цілей. У зв'язку з цим невід'ємною складовою моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи є результативно-діагностичний блок, складовими якого є критерії та рівні сформованості відповідних компетенцій, рівні активності учнів та рівні навчальних досягнень, визначення яких дозволяє виявити ефективність самої системи та провести відповідне корегування суб'єктами навчально-виховного процесу досягнутих результатів.

Система навчального фізичного експерименту відповідно до вимог синергетики є відкритою системою, здатною змінюватись під дією зовнішніх впливів, до яких відносяться вимоги суспільства, стандартів, концепції розвитку освіти, тенденції розвитку педагогічних систем та інше.

Реалізація змісту та завдань, визначених у моделі, має ґрунтуватися на дотриманні таких головних підходів до організації навчально-виховного середовища в старших класах загальноосвітніх навчальних закладів: особистісно орієнтований підхід – орієнтація вчителя на особистість учня як мету, суб'єкт, результат та показник ефективності

навчання, обов'язкове врахування індивідуальних здібностей старшокласників та їх особистісних можливостей у різних видах навчальної діяльності, задоволення потреб та інтересів учнів; діяльнісний – посилення ролі учня, як суб'єкту навчального процесу, його активності і самостійності, таке управління навчальним процесом та розподіл функцій в цьому процесі між вчителем та учнем, коли учень стає активним учасником процесу управління навчальною діяльністю; компетентнісний – створення умов для забезпечення формування в процесі навчання фізики основних груп компетенностей (як предметних, так і ключових); синергетичний – відкритість системи освіти взагалі, та зокрема системи навчального фізичного експерименту, що характеризується нелінійністю, незавершеністю, суб'єктністю (особистісне знання), нестійкістю, нестабільністю та дозволяє враховувати в навчанні здібності та нахили учнів, забезпечувати індивідуальну траєкторію навчання.

На формування системи навчального фізичного експерименту вирішальний вплив чинять організаційно-педагогічні умови конкретного навчального закладу, в яких відбувається процес навчання фізики. Серед важливих педагогічних умов нами виділені: особливості організації навчально-виховного процесу у зв'язку із запровадженням профільного навчання; забезпечення системою навчально-виховних впливів вищої, ніж традиційна, ефективності; створення умов позитивної навчальної мотивації; системність і наступність у змісті навчально-виховної роботи учнів середньої та старшої школи; тісний зв'язок траєкторій індивідуального психологічного розвитку, предметно-перетворюючої діяльності суб'єкта та соціальних запитів суспільства; визначення рівня попередньої підготовки до використання інформаційних технологій, який визначає індивідуальну траєкторію навчання; відповідність змісту системи сучасним тенденціям розвитку та стандартам освіти, що передбачають умови самонавчання; визначення варіативної складової системи, яка передбачає запровадження синергетичного підходу; матеріально-технічне забезпечення навчального закладу, що дозволяє запроваджувати сучасні види навчального експерименту.

Висновки. Запропонована нами модель системи навчального фізичного експерименту є поліструктурною, відкритою, динамічно, яка реалізується в сучасному віртуально-орієнтованому навчальному середовищі та передбачає таку діяльність вчителя та учнів, що ґрунтується на діалогічності, взаєморозумінні та орієнтації на задоволення потреб та нахилів кожного суб'єкта навчально-виховного процесу. В подальшому на основі створеної моделі може бути розроблена методика навчального фізичного експерименту в старшій школі, що враховує взаємозв'язок віртуальної та реальної його складових.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Брунер Дж. Психология познания/ Дж.Брунер. – М.: Прогресс, 1977 – 412 с.
2. Величко С. П. Розвиток системи навчального експерименту та обладнання з фізики у середній школі [монографія]/ Величко С.П. - Кіровоград, 1998. – 302с. 67.
3. Гальперин П. Я. Введение в психологию [учебн.пособие для студентов вузов, обуч. по гуманитар. спец.]/ П.Я.Гальперин, А.И.Подольский – М.: Университет, 1999. – 332с. 91.
4. Заболотний В.Ф. Формування методичної компетентності учителя фізики засобами мультимедіа: [монографія]/ В.Ф.Заболотний. – Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2009. – 456 с. 133.
5. Навчальні програми для учнів 10-11 класів шкіл з українською мовою навчання. Фізика. Рівень стандарту. Академічний рівень. Профільний рівень. [Електронний ресурс] / Міністерство освіти та науки України – Режим доступу: <http://osvita.ua/school/program/30993/219>.

6. Сальник І.В. Активізація пізнавально-пошукової діяльності учнів з фізики в віртуально-орієнтованому навчальному середовищі/ І.В.Сальник//Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. – Budapest, II (8), Issue:16, 2014 – 182 p., p.127-130.

7. Сальник І.В. Проблеми використання електронних засобів навчального призначення в системі шкільного фізичного експерименту / І.В.Сальник// Психолого-педагогічні проблеми сільської школи: збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини / [ред.кол.: Побірченко Н.С. (гол.ред.) та інші]. – Умань: ФОП Жовтий О.О., 2014. – Випуск 48 – 320 с., С.138-143

8. Сальник І.В. Проблеми створення та використання сучасного інформаційного середовища в навчально-виховному процесі /І.В.Сальник//Наукові записки – Випуск 82. Ч.1 – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім.В.Винниченка, 2009. – 328 с., С.91-96.

9. Сальник І.В. Психолого-педагогічні основи віртуалізації процесу навчання фізики в старшій школі/ І.В.Сальник//Педагогічний процес: теорія і практика: збірник наук. праць – Вип.1. – К.: ТОВ «Видавниче підприємство «ЕДЕЛЬВЕЙС»», 2014 – 184 с., С.92-99.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Сальник Ірина Володимирівна – кандидат педагогічних наук, доцент, докторант кафедри фізики та методики її викладання КДПУ ім.В.Винниченка.

Коло наукових інтересів: взаємозв'язок віртуального та реального в системі навчального фізичного експерименту.

Сірик Едуард Петрович - кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики та методики її викладання КДПУ ім.В.Винниченка.

Коло наукових інтересів: удосконалення системи фізичного навчального експерименту.